

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



09/980106

REC'D 21 JUL 2000

WIPO PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 27 mei 1999 onder nummer 1012162,

ten name van:

GASTEC N.V.

te Apeldoorn

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Brandstofprocessor voor het produceren van waterstof en inrichting geschikt voor gebruik in een dergelijke processor voor het uit een eerste en tweede gasstroom genereren van een derde en vierde gasstroom",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 29 juni 2000.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

A.W. van der Kruk.

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

10 12 1992

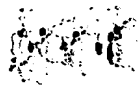
Rev. d. LE.

27 MEI 1999

UITTREKSEL

De uitvinding heeft betrekking op een brandstofprocessor voor het produceren van een gasstroom die waterstof omvat. Door een katalytische verbranding van een mengsel dat tenminste een gasvormige koolwaterstofverbinding, waterdamp en zuurstof omvat. Het mengsel wordt langs een gasstroomtraject gevoerd voor de verbranding. De brandstofprocessor is voorzien van een gasstroomtraject waarlangs het mengsel wordt gevoerd. In het gasstroomtraject is een CPO opgenomen waaraan het mengsel wordt toegevoerd voor de katalytische verbranding. In het gasstroomtraject is voorts en stroomafwaarts van de CPO een veelvoud van in serie geschakelde HT-shifts opgenomen die in gebruik door een mengsel dat de CPO verlaat, worden doorstroomd.

7 II



P49308NL00

Titel: Brandstofprocessor voor het produceren van waterstof en inrichting geschikt voor gebruik in een dergelijke processor voor het uit een eerste en tweede gasstroom genereren van een derde en vierde gasstroom.

De uitvinding heeft betrekking op een brandstofprocessor voor het produceren van een gasstroom die waterstof omvat door katalytische verbranding van een mengsel dat tenminste een gasvormige koolwaterstof-
5 verbinding, waterdamp en zuurstof omvat waarbij de brandstofprocessor een gasstroomtraject omvat waarlangs het mengsel wordt gevoerd en een in het gasstroomtraject opgenomen CPO waaraan het mengsel wordt toegevoerd voor de katalytische verbranding.

10 De uitvinding heeft eveneens betrekking op inrichting voor het uit een eerste en tweede gasstroom genereren van tenminste een derde gasstroom die een mengsel omvat van de eerste en tweede gasstroom.

Een brandstofprocessor van de in de aanhef
15 omschreven soort is op zich bekend. De waterstof die wordt gegenereerd wordt veelal gebruikt om te worden toegevoerd aan een brandstofcel die de waterstof verbrandt voor het genereren van elektrische energie en/of warmte. Hierbij is het belangrijk dat de door de brandstofprocessor gegenereerde
20 waterstof zo min mogelijk koolmonoxide omvat, omdat dit schadelijk is voor de goede werking van de brandstofcel. De uitvinding heeft onder meer als doel een brandstofprocessor te verschaffen die een gasstroom met waterstof genereert welke minder koolmonoxide omvat dan de bekende brandstof-
25 processor. De brandstofprocessor volgens de uitvinding wordt dienovereenkomstig gekenmerkt in dat in het gasstroomtraject stroomafwaarts van de CPO een veelvoud van in serie geschakelde HT-shifts zijn opgenomen die, in gebruik, door het mengsel dat de CPO verlaat,
30 respectievelijk worden doorstroomd. Doordat een veelvoud van in serie geschakelde HT-shifts zijn opgenomen wordt de mogelijkheid geopend de temperatuur van het mengsel dat

door de HT-shifts stroomt per HT-shift te regelen. Hiermee kan de genoemde hoeveelheid CO worden geminimaliseerd. In het bijzonder geldt dat in het gasstroomtraject respectievelijk tussen de CPO en de meest nabij stroomafwaarts van de CPO gelegen HT-shift en tussen de HT-shifts warmtewisselaars zijn opgenomen die warmte uitwisselen tussen enerzijds het mengsel dat aan de CPO wordt toegevoerd en anderzijds het mengsel dat stroomafwaarts van de CPO de in serie geschakelde HT-Shifts doorstroomt.

Hiermee wordt bewerkstelligd dat de temperatuur van het mengsel dat een HT-shift verlaat hoger is dan de temperatuur van het mengsel dat een stroomafwaarts van de laatstgenoemde HT-shifts gelegen HT-shift instroomt. Doordat de temperatuur in stroomafwaartse richting gezien per HT-shift afneemt, heeft dit tot gevolg dat het reactieevenwicht dusdanig wordt verschoven dat de hoeveelheid koolmonoxide in het mengsel dienovereenkomstig afneemt.

Volgens een praktische nadere uitwerking geldt dat elke HT-shift is voorzien van twee tegenover elkaar gelegen zijden die respectievelijk een ingang en een uitgang van de HT-shift vormen waarbij de HT-shifts in een richting die samenvalt met de normaal van de genoemde zijden van de HT-shifts ten opzichte van elkaar zijn gerangschikt waarbij een uitgang van een eerste HT-shift tegenover een ingang van een tweede HT-shift ligt en waarbij de tweede HT-shift in een doosvormige kamer is opgenomen met een bodem en opstaande zijwanden waarbij de bodem tussen de ingang van de tweede HT-shift en de uitgang van de eerste HT-shift inligt en waarbij het gasstroomtraject van de eerste HT-shift naar de tweede HT-shift zich respectievelijk uitstrekt langs een buitenzijde van de bodem van de doosvormige kamer, tussen de warmtewisselaar en een buitenzijde van de opstaande zijwand van de doosvormige kamer, tussen de tweede HT-shift en een binnenzijde van de opstaande zijwand van de doosvormige kamer naar een tussen de binnenzijde van de bodem van de doosvormige kamer en de zijde van de tweede

HT-shift die de ingang omvat gelegen ruimte. Op deze wijze kan de brandstofprocessor zeer compact worden uitgevoerd. In het bijzonder geldt dat elke HT-shift in een doosvormige kamer is opgenomen. Ook deze maatregel bewerkstelligt dat
 5 de brandstofprocessor zeer compact kan worden uitgevoerd. Dit geldt in het bijzonder wanneer elke HT-shift kokervormig is uitgevoerd met twee tegenover elkaar gelegen open einden die respectievelijk de ingang en de uitgang vormen van de HT-shift waarbij axiale assen van de HT-
 10 shifts althans in hoofdzaak samenvallen met een axiale as van de kokervormige binnenwand van de warmte wisselaar.

Bij voorkeur geldt in dat geval dat de warmtewisselaar voorts is voorzien van een kokervormige buitenwand.

15 Voor het verder verbeteren van het rendement en verminderen van de hoeveelheid koolmonoxide geldt dan in het bijzonder dat in het gasstroomtraject voorts een stroomafwaarts van de HT-shifts gelegen LT-shift is opgenomen waarbij de brandstofprocessor verder is voorzien
 20 van een inlaat voor het, in gebruik, toevoegen van waterdamp aan het mengsel dat aan de LT-shift wordt toegevoerd voor het koelen van het mengsel. De processor kan hierbij verder zijn voorzien van middelen om de waterdamp in de vorm van stoom toe te voegen. Het is echter
 25 eveneens mogelijk dat de inlaat vernevelingsmiddelen omvat voor het toevoegen van een waterdamp in vernevelde toestand. Dit heeft een zeer gunstig effect op het rendement.

Volgens een zeer geavanceerde uitvoeringsvorm van de
 30 brandstofprocessor geldt dat de LT-shift een kokervormige buitenwand en een kokervormige binnenwand omvat die concentrisch ten opzichte van elkaar zijn gerangschikt waarbij, in gebruik, het mengsel de tussen de kokervormige binnenwand en de kokervormige buitenwand gevormde ruimte
 35 doorstroomt en waarbij de HT-shifts en de CPO in een door de kokervormige binnenwand omsloten ruimte zijn opgenomen.

Hierdoor is de brandstofprocessor zeer compact uitgevoerd. De warmtestromen zijn in dat geval in het bijzonder in een radiale richting van binnen naar buiten gericht, terwijl de stroom van het mengsel althans in hoofdzaak in axiale
 5 richting is gericht. In het bijzonder geldt dat de kokervormige buitenwand van de warmtewisselaar samenvalt met de kokervormige binnenwand van de LT-shift. Voor het verder reduceren van de hoeveelheid CO geldt bij voorkeur dat de processor voorts nog is voorzien van een
 10 stroomafwaarts van de LT-shift in het gasstroomtraject gelegen Prox alsmede een inlaat voor het toevoegen van zuurstof aan het mengsel dat de LT-shift heeft verlaten en naar de Prox stroomt.

Volgens een zeer geavanceerde uitvoeringsvorm geldt
 15 dat de processor verder is voorzien van een met water gevuld vat waaraan de gasvormige koolwaterstofverbinding en zuurstof worden toegevoerd om door het water te worden gevoerd voor het genereren van het genoemde mengsel dat aan de CPO wordt toegevoerd en middelen voor het regelen van de
 20 temperatuur van het water voor het instellen van de concentratie van de waterdamp in het mengsel. Doordat water is toegevoegd aan het mengsel, wordt per mol van de gasvormige koolwaterstofverbinding in het mengsel meer waterstof gevormd dan wanneer het mengsel slechts
 25 gasvormige koolwaterstof en zuurstof (lucht) zou omvatten. Door de temperatuur te regelen kan de verhouding tussen de hoeveelheid waterdamp en gasvormige koolwaterstoffen worden geregeld. Door bovendien te bewerkstelligen dat een overmaat zuurstof (lucht) aanwezig is, kan met behulp van
 30 de temperatuurregeling de hoeveelheid waterdamp dusdanig worden ingesteld dat deze hoeveelheid althans nagenoeg volledig reageert met gasvormige koolwaterstoffen.

* Vraag: Is dit inderdaad de bedoeling van de temperatuurregeling?

35 Voor het verder minimaliseren van de hoeveelheid CO geldt voorts nog dat de processor verder kan zijn voorzien

van van een warmtewisselaar voor het uitwisselen van warmte tussen het mengsel dat de Prox heeft doorstroomd en het water dat zich in het vat bevindt zodat de temperatuur van het mengsel dat de waterstof omvattende gasstroom vormt
5 daalt. De uitvinding heeft eveneens betrekking op een brandstofprocessor van de in de aanhef omschreven soort, die is gekenmerkt in dat de processor is voorzien van een met water gevuld vat waaraan de gasvormige koolwaterstof-verbinding en zuurstof worden toegevoerd om door het water
10 te worden gevoerd voor het genereren van het genoemde mengsel en middelen voor het regelen van de temperatuur van het water voor het instellen van de concentratie van de waterdamp in het mengsel.

De inrichting voor het uit een eerste en tweede
15 gasstroom genereren van tenminste een derde gasstroom is gekenmerkt in dat de inrichting is voorzien van een kamer die een ruimte omsluit waarin een ventilator is opgenomen waarbij de kamer is voorzien van een eerste en tweede toevoeropening die ten opzichte van elkaar verschoven zijn
20 aangebracht voor het, in gebruik, toevoeren van de eerste en tweede gasstroom aan respectievelijk de eerste en tweede toevoeropening welke eerste en tweede gasstroom door de ventilator wordt aangezogen en een eerste en tweede uitstroomopening waarbij de eerste instroomopening en de
25 eerste uitstroomopening althans nagenoeg in eenzelfde vlak zijn gerangschikt dat loodrecht is gericht op de door de ventilator gegenereerde gasstroom in de kamer en waarbij de tweede instroomopening en de tweede uitstroomopening althans nagenoeg in eenzelfde vlak zijn gerangschikt dat
30 loodrecht is gericht op de door de ventilator gegenereerde gasstroom in de kamer. Een dergelijke inrichting heeft als voordeel dat met behulp van één ventilator twee gasstromen op druk kunnen worden gebracht. Bovendien wordt de grootte van de twee gasstromen in eenzelfde verhouding geregeld
35 (gemoduleerd) door een dienovereenkomstige regeling (modulatie) van het toerental van de ventilator. In het

bijzonder geldt dat de kamer een cilindervormige buitenwand omvat die een cilindervormige ruimte omsluit waarbij de ventilator is uitgevoerd als een schoepenrad waarvan een rotatie-as samenvalt met een axiale as van de kamer waarbij
5 de eerste en tweede instroomopening in axiale richting van de kamer ten opzichte van elkaar verschoven zijn
aangebracht in de cilindervormige buitenwand van de kamer, de eerste instroomopening en de eerste uitstroomopening althans nagenoeg in eenzelfde vlak zijn gerangschikt dat
10 loodrecht is gericht op de axiale as van de kamer en waarbij de tweede instroomopening en de tweede uitstroomopening althans nagenoeg in eenzelfde vlak zijn gerangschikt dat loodrecht is gericht op de axiale as van de kamer. Volgens een nadere uitwerking geldt dat de eerste
15 uitstroomopening rechtstreeks uitmondt in een eerste uitlaat en dat de tweede uitstroomopening via een splitsing uitmondt in de eerste uitlaat en een tweede uitlaat waarbij in de eerste en/of tweede uitlaat een regelbare klep is opgenomen voor het instellen van de verhouding van de
20 hoeveelheid gas afkomstig van de eerste en tweede gasstroom in de derde gasstroom uit de eerste uitlaat waarbij door de tweede uitlaat een vierde gasstroom stroomt die een gedeelte van de tweede gasstroom omvat.

Een dergelijke inrichting kan met voordeel worden
25 toegepast in de hierboven omschreven brandstofprocessor. Hiervoor geldt dat de eerste gasstroom bestaat uit de processor en verder is voorzien van de hiervoor omschreven inrichting waarbij de eerste gasstroom bestaat uit een mengsel van lucht en een gasvormige koolwaterstof
30 verbinding en de tweede gasstroom bestaat uit lucht, de derde gasstroom bestaat uit een mengsel van de eerste en tweede gasstroom en de vierde gasstroom bestaat uit een fractie van de tweede gasstroom en waarbij de derde gasstroom aan het gasstroomtraject wordt toegevoerd en de
35 vierde gasstroom aan het mengsel wordt toegevoegd dat aan de Prox wordt toegevoerd.

De uitvinding zal nader worden toegelicht aan de hand van de tekening. Hierin toont:

Fig. 1 een mogelijke uitvoeringsvorm van een brandstofprocessor volgens de uitvinding;

5 fig. 2 het temperatuurverloop in de HT-shifts van de brandstofprocessor volgens fig. 1, en

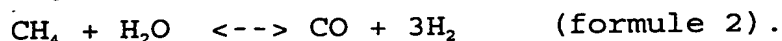
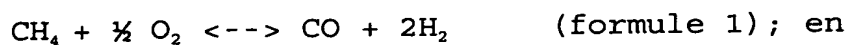
 fig. 3 een inrichting volgens de uitvinding die met voordeel deel kan uitmaken van de brandstofprocessor volgens fig. 1.

10 In fig. 1 is met verwijzingscijfer 1 een brandstofprocessor voor het produceren van een gasstroom die waterstof omvat aangeduid. De brandstofprocessor is van een type die water genereert door katalytische behandeling van een mengsel dat tenminste een gasvormige koolwaterstof-
15 verbinding, waterdamp en zuurstof omvat. Hierbij wordt het mengsel langs een gasstroomtraject gevoerd voor de verbranding van het betreffende mengsel. Voor het verkrijgen van het mengsel is de inrichting voorzien van een met water (H_2O) gevuld vat 2. Het vat 2 is voorzien van
20 een inlaat 4 waaraan de gasvormige koolwaterstof, in dit voorbeeld CH_4 , en zuurstof, in dit voorbeeld lucht, wordt toegevoerd. De gasvormige koolwaterstof en zuurstof worden aldus onder in het vat 2 geïnjecteerd en zullen door het water 6 dat zich in het vat bevindt omhoog borrelen. Het
25 gasvormige koolwaterstof en zuurstof die omhoog borrelen in het water 6 vormen boven het wateroppervlak in het vat 2 een mengsel 8 dat tevens waterdamp omvat. De brandstofprocessor is voorzien van middelen 10 voor het regelen van de temperatuur van het water 6. De temperatuur van het
30 water 6 bepaalt tevens de temperatuur van het mengsel 8. De temperatuur van het mengsel 8 bepaalt rechtstreeks de hoeveelheid waterdamp die in het mengsel 8 wordt opgenomen. Des te hoger de temperatuur, des te hoger de verzadigingsgraad van het mengsel met water. Het aldus gevormde mengsel
35 8 wordt langs een gasstroomtraject gevoerd voor de katalytische verbranding. Dit gasstroomtraject bevat voor

de katalytische verbranding onder meer een op zich bekende CPO 11. Deze CPO bestaat uit een katalysator zoals ook wel voor auto's wordt gebruikt.

In het gasstroomtraject zijn voorts stroomafwaarts van de CPO een veelvoud van in serie geschakelde HT-shifts 14.1-14.3 opgenomen. In dit voorbeeld gaat het om drie in serie geschakelde HT-shifts. Deze HT-shifts worden in gebruik door het mengsel dat de CPO verlaat doorstroomd.

Het mengsel 8 dat aan de CPO wordt toegevoerd, veroorzaakt in de CPO de volgende reacties:

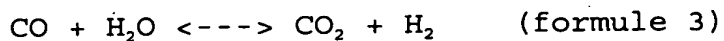


Hieruit blijkt dat behalve waterstof (H_2) ook koolmonoxide wordt gevormd (CO). De gasstroom die behalve waterstof eveneens een grote hoeveelheid koolmonoxide omvat is niet geschikt om aan een brandstofcel te worden toegevoerd voor het opwekken van elektrische energie en/of warmte. De koolmonoxide heeft tot gevolg dat de brandstofcel minder goed gaat werken. Een voordeel van de extra reactie met water $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ (formule 2) is dat de hoeveelheid koolmonoxide (CO) ten opzichte van de hoeveelheid gegenereerd waterstof (H_2) wordt verminderd. Er treedt derhalve reeds een gedeeltelijke CO-shift op. De CH_4 en lucht die in dit voorbeeld aan de inlaat 4 van het vat 2 worden toegevoerd omvatten een overmaat aan lucht. Dit brengt met zich dat door een regeling van de hoeveelheid water in het mengsel een regeling is verkregen voor het verkrijgen van een constante energiestroom. De hoeveelheid waterstof die derhalve wordt gegenereerd kan worden geregeld door regeling van de hoeveelheid water die zich in het mengsel 8 bevindt. Hiermee zal de reactie volgens formule 2 in meer of mindere mate optreden.

In dit voorbeeld is het vat voorzien van een in fig. 1 schematisch getoonde wateruitlaat 12 om het water 6

van het vat aan een elektrisch verwarmingselement 10 toe te voeren. Het aldus verkregen verwarmde water wordt via een leiding 14 weer toegevoerd aan het vat. Met behulp van het verwarmingselement 10 kan derhalve de temperatuur van het water 6 in het vat 2 worden geregeld.

In het gasstroomtraject zijn stroomafwaarts van de CPO 11 in veelvoud van in serie geschakelde HT-shifts 16.1-16.3 opgenomen. In dit voorbeeld gaat het om drie in serie geschakelde op zich bekende HT-shifts. Ook deze HT-shifts bestaan uit een op zich bekende katalysator zoals van het type dat ook wel voor auto's wordt gebruikt. Het mengsel dat de CPO verlaat, omvat zoals besproken een hoeveelheid koolmonoxide (zie formule 1 en formule 2). Wanneer dit mengsel aan de eerste HT-shift 16.1 wordt toegevoerd, treedt in de HT-shift 16.1 de volgende reactie op:



Het voordeel van de HT-shift is derhalve dat de hoeveelheid CO in het mengsel wordt verminderd, terwijl als nevenproduct het voor een brandstofcel ongevaarlijke CO₂ wordt gegenereerd. Teneinde ervoor te zorgen dat het reactie-evenwicht van de reactie volgens formule 3 dusdanig komt te liggen dat de hoeveelheid CO zeer laag is, zijn respectievelijk in het gasstroomtraject tussen de CPO 11 en een meest nabij de stroomafwaarts van de CPO gelegen HT-shift 16.1 en tussen de HT-shift onderling (16.1-16.2; 16.2-16.3) warmtewisselaars opgenomen die warmte uitwisselen tussen enerzijds het mengsel dat aan de CPO 11 wordt toegevoerd en anderszijds het mengsel dat stroomafwaarts van de CPO de in serie geschakelde HT-shift doorstroomt. De warmtewisselaars omvatten in dit voorbeeld een kokervormige binnenwand 18 die een ruimte 20 omsluit waarin de HT-shifts zijn opgenomen. Elke HT-shift 16.1-16.3 is voorzien van twee tegenover elkaar gelegen zijden die respectievelijk hun ingang 22 en een uitgang 24 van de HT-

shift vormen. De HT-shifts zijn in een richting 26 die samenvalt met de normaal van de genoemde zijden van de in- en uitgang 22, 24, ten opzichte van elkaar gerangschikt. Hierbij ligt een uitgang 24 van een eerste HT-shift 16.1
5 tegenover een ingang 22 van een tweede HT-shift 17.2. Voorts geldt dat de tweede HT-shift 16.2 in een doosvormige kamer 28 is opgenomen met een bodem 30 en opstaande zijwanden 32. De bodem 30 is tussen de ingang 22 van de tweede HT-shift 16.2 en de uitgang 24 van de eerste HT-
10 shift 16.1 opgenomen. Dit brengt met zich dat het gasstroomtraject van de eerste HT-shift 16.1 naar de tweede HT-shift 16.2 zich respectievelijk uitstrekt langs een buitenzijde van de bodem 30 van de doosvormige kamer 28, tussen de warmtewisselaar, d.w.z. de kokervormige
15 binnenwand 18 en een buitenzijde van de opstaande zijwand 32 van de doosvormige kamer 28, tussen de HT-shift 16.2 en een binnenzijde van de opstaande zijwand 30 van de doosvormige kamer 28, naar een tussen de binnenzijde van de bodem 30 van de doosvormige kamer 28 en de zijde van de
20 tweede HT-shift 17.2 die de ingang 22 omvat, gelegen ruimte 34. De eerste HT-shift 16.1 en de derde HT-shift 16.3 zijn eveneens voorzien van een doosvormige kamer 28. Het gasstroomtraject van de CPO naar de ingang van de eerste HT-shift 16.1 en het gasstroomtraject van de uitgang van de
25 tweede HT-shift 16.2 naar de ingang van de derde HT-shift 16.3 is derhalve geheel analoog als in relatie met het gasstroomtraject van de uitgang van de eerste HT-shift 16.1 naar de ingang van de tweede HT-shift 16.2 is besproken. In dit voorbeeld is elke HT-shift kokervormig uitgevoerd met
30 twee tegenover elkaar gelegen open einden 22, 24, die respectievelijk de ingang en de uitgang vormen van de betreffende HT-shift. Axiale assen van de HT-shifts (pijl 26 in de tekening) vallen althans in hoofdzaak samen met een axiale as van de kokervormige binnenwand 18 van de
35 genoemde warmtewisselaar. De betreffende warmtewisselaar is

voorts voorzien van een kokervormige buitenwand 36 die de kokervormige binnenwand 28 geheel omsluit.

De werking van de tot op dit punt omschreven inrichting is als volgt.

5 Het mengsel 8 dat het vat 2 instroomt, zal een temperatuur hebben van ongeveer 70 à 80°. Het mengsel 8 wordt via een ruimte die is gelegen tussen de binnenwand 18 van de warmtewisselaar en de buitenwand 36 van de warmtewisselaar naar de CPO geleid. Alvorens het mengsel de CPO instroomt, zal het mengsel een temperatuur hebben van 10 ongeveer 350-500°C. In de CPO treden de reacties volgens formule 1 en 2 op. Het mengsel dat de CPO verlaat, zal dan een temperatuur hebben van ongeveer 800°C. Het mengsel stroomt vervolgens vanuit de CPO langs de binnenzijde van 15 de binnenwand 18 van de warmtewisselaar en heeft tot gevolg dat deze het aan de buitenzijde van de binnenwand 18 stromende mengsel vanuit het vat opwarmt. Het mengsel dat van de CPO naar de ingang van de eerste HT-shift 16.1 stroomt, zal dienovereenkomstig worden afgekoeld. Aan de 20 ingang van de eerste HT-shift zal het mengsel derhalve een temperatuur hebben die kleiner is dan de temperatuur van het mengsel aan de uitgang van de CPO. Wanneer het mengsel de eerste HT-shift doorstroomt zal de temperatuur hiervan toenemen, zoals met curve 16.1 is aangeduid in fig. 3. De 25 temperatuur loopt hierbij bijvoorbeeld weer op tot 800°C. Fig. 3 toont het temperatuurverloop van het mengsel dat respectievelijk de HT-shift 16.1, 16.2 en 16.3 doorstroomt. Langs de horizontale as is dan ook het verloop van het gasstroomtraject 2 door de HT-shifts uitgezet. Wanneer de 30 de brandstofprocessor slechts van één HT-shift zou zijn voorzien, zou de temperatuur van het mengsel in de HT-shift verder oplopen zoals met de stippellijn in fig. 3 is aangeduid. Aan het einde van het traject van de HT-shifts dat in fig. 3 met punt P₁ is aangeduid, zou dit betekenen 35 dat de hoeveelheid CO in het mengsel bijvoorbeeld nog 3% zou bedragen. In de processor volgens de uitvinding wordt

echter gebruik gemaakt van een veelvoud van HT-shifts waarbij bijvoorbeeld het mengsel dat de eerste HT-shifts 16.1 verlaat, wordt afgekoeld door te stromen langs de binnenzijde van de kokervormige binnenwand 18 van de

5 warmtewisselaar met als gevolg dat het mengsel dat aan de ingang 22 van de tweede HT-shift 16.2 wordt toegevoerd een verlaagde temperatuur heeft van bijvoorbeeld 600°C. Wanneer het mengsel vervolgens door de tweede HT-shift stroomt, zal de temperatuur van het mengsel weer langzaam gaan stijgen,

10 zoals met de curve 16.2 in fig. 3 is aangeduid. Geheel analoog zal het mengsel dat de tweede HT-shifts 16.2 verlaat weer worden gekoeld door stromen langs de binnenwand 18 van de warmtewisselaar met als gevolg dat het mengsel dat aan de derde HT-shift 16.3 wordt toegevoerd,

15 een temperatuur heeft van bijvoorbeeld 500°C. Het mengsel dat de derde HT-shift 16.3 verlaat heeft dan een lagere temperatuur zoals in fig. 3 met het punt P_2 is aangeduid. Het gevolg is dat van het mengsel dat de derde HT-shift 16.3 verlaat het reactie-evenwicht van de reactie volgens

20 formule 3 dusdanig is verplaatst, dat de hoeveelheid CO veel minder is dan het geval zou zijn geweest in het punt P_1 van fig. 3.

De processor omvat echter nog verder hierna te bespreken maatregelen om het reactie-evenwicht nog verder

25 te verplaatsen, dusdanig dat nog minder CO in het mengsel aanwezig is. Hiertoe is de brandstofprocessor verder voorzien van een stroomafwaarts van de HT-shifts 16.1-16.3 gelegen LT-shift 38. Voorts is de brandstofprocessor verder voorzien van een inlaat 40 voor het, in gebruik, toevoegen

30 van waterdamp aan het mengsel dat aan de LT-shift wordt toegevoerd voor het koelen van het mengsel. Het mengsel dat de HT-shift 16.3 verlaat, heeft bijvoorbeeld een temperatuur van 300-400°C. Door via de inlaat 40 waterdamp aan het mengsel toe te voegen, zal dit worden gekoeld. De

35 processor kan verder zijn voorzien van middelen om de waterdamp via de inlaat 40 in de vorm van stoom toe te

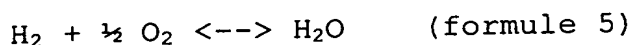
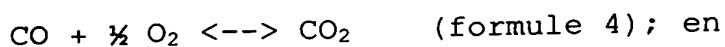
voegen. Deze middelen kunnen bijvoorbeeld bestaan uit een stoomgenerator 42 die een elektrische verwarmingseenheid of bijvoorbeeld een waterstofbrander omvat. Ook is het mogelijk dat de inlaat 40 vernevelingsmiddelen omvat voor
5 het toevoegen van een waterdamp in vernevelde toestand. De waterdamp in vernevelde toestand kan dan een temperatuur hebben die overeenkomt met kamertemperatuur. Het is dan niet noodzakelijk water te verwarmen tot stoom. In plaats hiervan kan het water na verneveling zonder verwarming dus
10 zonder toevoeren van extra energie aan het mengsel worden toegevoerd voor het afkoelen van het mengsel. Het afgekoelde mengsel wordt aldus aan de LT-shift 38 toegevoerd. De LT-shift omvat een op zich bekend korrelvormig materiaal. In dit voorbeeld omvat de LT-shift
15 een kokervormige buitenwand 44, en een kokervormige binnenwand 36 die in dit voorbeeld samenvalt met de kokervormige buitenwand van de warmtewisselaar. De kokervormige buitenwand en de kokervormige binnenwand van de LT-shift zijn concentrisch ten opzichte van elkaar
20 gerangschikt, waarbij in gebruik het mengsel dat tussen de kokervormige binnenwand 36 en de kokervormige buitenwand 44 gevormde ruimte doorstroomt. Ook in LT-shifts zal het reactie-evenwicht volgens formule 3 dusdanig worden verschoven dat de hoeveelheid koolmonoxide verder afneemt.
25 Omdat de temperatuur van het mengsel dat de LT-shift doorstroomt inmiddels al sterk is afgenomen, is ervoor gezorgd dat de LT-shift een groter volume heeft dan de HT-shifts. Dit betekent dat de verblijftijd van het mengsel in de LT-shift toeneemt. De verblijftijd is dusdanig lang dat
30 de relatief traag verlopende reactie volgens fig. 3 toch tot gevolg heeft dat de hoeveelheid koolmonoxide verder afneemt. De temperatuurstijging van het mengsel langs het gasstroomtraject dat de LT-shift doorstroomt is in fig. 3 met verwijzingscijfer 38 aangeduid. Wanneer het mengsel de
35 LT-shift verlaat, zal de hoeveelheid CO bijvoorbeeld kleiner zijn dan 1000 ppm.

In fig. 1 is het punt waarop het mengsel de LT-shift instroomt met P₂ aangeduid en het punt waarop het mengsel de LT-shift verlaat met P₃ aangeduid.

De processor omvat voorts een stroomafwaarts van de LT-shift in het gasstroomtraject gelegen op zich bekende Prox 46 alsmede een inlaat 48 voor het toevoegen van zuurstof aan het mengsel dat de LT-shift heeft verlaten en naar de Prox stroomt.

In de Prox treden de volgende reacties op:

10



De hoeveelheid CO zal derhalve verder afnemen in de Prox. Als neveneffect zal ook een kleine hoeveelheid H₂ worden omgezet in H₂O. Vervolgens verlaat het mengsel de Prox via de leiding 50. In leiding 50 stroomt derhalve het eindproduct van de brandstofprocessor welk eindproduct bestaat uit een gasstroom die waterstof, stikstof en waterdamp omvat.

De inrichting kan voorts nog zijn voorzien van een brandstofcel waaraan de waterdamp via de leiding 50 kan worden toegevoerd. In de brandstofcel 52 wordt de waterdamp verbrandt voor het opwekken van elektrische energie en/of warmte. Het is eveneens mogelijk dat een gedeelte van de waterdamp in leiding 50 aan de middelen 42 worden toegevoerd wanneer deze zijn uitgevoerd als een waterstofbrander voor het verkrijgen van stoom dat aan de inlaat 40 wordt toegevoerd. Ook is het mogelijk om vanuit de brandstofcel 52 elektrische energie aan de middelen 42 toe te voeren, wanneer deze een elektrische verwarmeenheid omvatten voor het genereren van stoom. Ook is het mogelijk dat de elektrische verwarmingselementen 10 voor het verwarmen van het water 6 van het vat 2 wordt gevoed door elektrische energie vanuit de brandstofcel 52. Uiteraard kunnen de elektrische verwarmingselementen 10 ook worden

vervangen door een waterstofbrander 10 voor het verwarmen van het water 6 welke waterstofbrander 10 wordt gevoed met een gedeelte van de waterstof die door de leiding 50 stroomt. Een en ander is eveneens schematisch in fig. 1

5 getoond. De processor kan verder nog zijn voorzien van een warmtewisselaar 54 voor het uitwisselen van warmte tussen het mengsel dat de Prox 46 heeft doorstroomd en het water 6 dat zich in het vat bevindt, zodat de temperatuur van het mengsel daalt.

10 Wanneer de brandstofprocessor voorzien is van een brandstofcel 52, is het ook nog mogelijk dat het verwarmde water, dat in de brandstofcel 52 ontstaat bij het verbranden van waterstof, wordt toegevoerd aan de inlaat 40. In dat geval maakt de brandstofcel 52 eveneens deel uit
15 van de middelen voor het vormen van stoom.

 In fig. 3 is een inrichting getoond voor het uit een eerste en tweede gasstroom genereren van tenminste een derde gasstroom welke derde gasstroom een mengsel omvat van de eerste en tweede gasstroom. Meer in het bijzonder is de
20 inrichting voorzien van een kamer 60 die een ruimte 62 omsluit waarin een ventilator 64 is opgenomen. De kamer is voorzien van een eerste en tweede toevoeropening 66, 68, die ten opzichte van elkaar verschoven zijn aangebracht voor het in gebruik toevoeren van de eerste en tweede
25 gasstroom aan, respectievelijk de eerste en tweede toevoeropening 66, 68. De eerste en tweede gasstroom worden door de ventilator aangezogen. De kamer omvat voorts een eerste en tweede uitstroomopening 70, 72, waarbij de eerste instroomopening 66 en de eerste uitstroomopening 70,
30 althans nagenoeg, in eenzelfde vlak zijn gerangschikt dat loodrecht is gericht op de door de ventilator gegenereerde gasstroom in de kamer. De tweede instroomopening 68 en de tweede uitstroomopening 72 zijn eveneens althans nagenoeg in eenzelfde vlak aangebracht dat loodrecht is gericht op
35 de door de ventilator gegenereerde gasstroom in de kamer. Van de genoemde vlakken is de normaal in fig. 3 met de

stippellijn 74 aangeduid. De betreffende vlakken zijn in de richting van de stippellijn 74 verschoven ten opzichte van elkaar aangebracht.

De eerste uitstroomopening mondt rechtstreeks uit in een eerste uitlaat 76. De tweede uitstroomopening 72 mondt via een splitsing uit in de eerste uitlaat 76 en de tweede uitlaat 78. In de eerste en/of tweede uitlaat is voorts een regelbare klep 78 opgenomen voor het instellen van de verhouding van de hoeveelheid gas afkomstig van de eerste en tweede gasstroom in de derde gasstroom die uit de eerste uitlaat 76 stroomt. Uit de tweede uitlaat 78 stroomt de vierde gasstroom die een gedeelte van de tweede gasstroom omvat.

De derde gasstroom in de uitlaat 76 omvat derhalve een combinatie van de eerste gasstroom en de tweede gasstroom die respectievelijk aan de eerste en tweede instroomopeningen 66, 68 worden toegevoerd. De vierde gasstroom van de uitlaat 78 omvat slechts een gedeelte van de tweede gasstroom die aan de tweede instroomopening 68 wordt toegevoerd. Wanneer het toerental van de ventilator 64 wordt gevarieerd, zal de grootte van de derde en vierde gasstroom dienovereenkomstig variëren waarbij de verhouding tussen de grootte van de vierde gasstroom en de derde gasstroom constant blijft.

In dit voorbeeld geldt dat de kamer een cilindervormige buitenwand omvat, die een cilindervormige ruimte omsluit. De ventilator 64 is uitgevoerd als een schoepenrad waarvan een rotatie-as 74 samenvalt met de axiale as van de kamer. De eerste en tweede instroomopening 66, 68 zijn in axiale richting van de kamer ten opzichte van elkaar verschoven aangebracht in de cilindervormige buitenwand. De eerste instroomopening en de eerste uitstroomopening zijn althans nagenoeg in eenzelfde vlak gerangschikt dat loodrecht is gericht op de axiale as van de kamer. Tevens geldt dat de tweede instroomopening en de tweede uitstroomopening althans nagenoeg in eenzelfde vlak

zijn gericht dat loodrecht is gericht op de axiale as 74 van de kamer.

In het bijzonder geldt dat de eerste uitlaat 76 van de inrichting volgens fig. 3 wordt verbonden met de inlaat 4 van het vat 2 volgens fig. 1. De tweede uitlaat 78 kan worden verbonden met de inlaat 48 zoals getoond in fig. 1. De inrichting volgens fig. 3 is in dat geval voorts voorzien van een luchtinlaat 82 en een op zich bekend gasblok 84 die via leiding 86 een mengsel van CH_4 en lucht aan de instroomopening 66 toevoeren. Voorts wordt via een luchtinlaat 88 lucht aan de tweede instroomopening 68 toegevoerd. Met behulp van de klep 80 kan dan een gewenste verhouding tussen de hoeveelheid lucht en CH_4 dat aan de inlaat 4 wordt toegevoerd, worden ingesteld. Verder kan door variatie van het toerental van de ventilator 64 het mengsel dat aan de inlaat 4 en de lucht welke aan de inlaat 48 worden toegevoerd in gelijke mate worden gevarieerd en gemoduleerd. Door variatie van het toerental kan aldus een constante energiestroom in de processor worden geregeld. Met andere woorden, in gebruik, wordt voor het in gelijke mate moduleren van de derde en vierde gasstroom, dit zijn de gasstromen die respectievelijk aan de inlaat 4 en de inlaat 48 worden toegevoerd, de draaisnelheid van de ventilator gemoduleerd.

De uitvinding is geenszins beperkt tot de hiervoor geschetste uitvoeringsvormen. Zo is het mogelijk meer dan drie HT-shifts te gebruiken. Ook kunnen andere temperaturen aan de in- en uitgangen van de HT-shifts worden gebruikt dan die in de hiervoor genoemde voorbeelden zijn genoemd. Voor de CPO, HT-shift, Prox en LT-shift kunnen alle bekende katalysatoren worden toegepast. Dergelijke varianten worden elk geacht binnen het kader van de uitvinding te vallen.

CONCLUSIES

1. Brandstofprocessor voor het produceren van een gasstroom die waterstof omvat door katalytische verbranding van een mengsel dat tenminste een gasvormige koolwaterstofverbinding, waterdamp en zuurstof omvat waarbij de
5 brandstofprocessor een gasstroomtraject omvat waarlangs het mengsel wordt gevoerd en een in het gasstroomtraject opgenomen CPO waaraan het mengsel wordt toegevoerd voor de katalytische verbranding, met het kenmerk, dat in het gasstroomtraject stroomafwaarts van de CPO een veelvoud van
10 in serie geschakelde HT-shifts zijn opgenomen die, in gebruik door het mengsel dat de CPO verlaat respectievelijk worden doorstroomd.
2. Brandstofprocessor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat in het gasstroomtraject respectievelijk tussen
15 de CPO en de meest nabij stroomafwaarts van de CPO gelegen HT-shift en tussen de HT-shifts warmtewisselaars zijn opgenomen die warmte uitwisselen tussen enerzijds het mengsel dat aan de CPO wordt toegevoerd en anderzijds het mengsel dat stroomafwaarts van de CPO de in serie
20 geschakelde HT-Shifts doorstroomt.
3. Brandstof processor volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat elke HT-shift is voorzien van twee tegenover elkaar gelegen zijden die respectievelijk een ingang en een uitgang van de HT-shift vormen waarbij de HT-shifts in een
25 richting die samenvalt met de normaal van de genoemde zijden van de HT-shifts ten opzichte van elkaar zijn gerangschikt waarbij een uitgang van een eerste HT-shift tegenover een ingang van een tweede HT-shift ligt en waarbij de tweede HT-shift in een doosvormige kamer is
30 opgenomen met een bodem en opstaande zijwanden waarbij de bodem tussen de ingang van de tweede HT-shift en de uitgang van de eerste HT-shift in ligt en waarbij het gasstroomtraject van de eerste HT-shift naar de tweede HT-shift zich

respectievelijk uitstrekt langs een buitenzijde van de bodem van de doosvormige kamer, tussen de warmtewisselaar en een buitenzijde van de opstaande zijwand van de doosvormige kamer, tussen de tweede HT-shift en een
5 binnenzijde van de opstaande zijwand van de doosvormige kamer naar een tussen de binnenzijde van de bodem van de doosvormige kamer en de zijde van de tweede HT-shift die de ingang omvat gelegen ruimte.

4. Branstofprocessor volgens conclusie 3, met het
10 kenmerk, dat elke HT-shift in een doosvormige kamer is opgenomen.

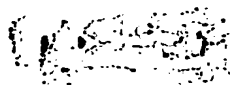
5. Brandstofprocessor volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de warmtewisselaars een kokervormige binnenwand omvatten die een ruimte omsluit waarin de HT-Shifts
15 met de doosvormige kamers zijn opgenomen.

6. Brandstofprocessor volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat elke HT-shift kokervormig is uitgevoerd met twee tegen over elkaar gelegen open einden die respectievelijk de ingang en de uitgang vormen van de HT-
20 shift waarbij axiale assen van de HT-shifts althans in hoofdzaak samenvallen met een axiale as van de kokervormige binnenwand van de warmtewisselaar.

7. Brandstofprocessor volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de warmtewisselaar voorts is voorzien van een
25 kokervormige buitenwand.

8. Brandstofprocessor volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat in het gasstroomtraject voorts een stroomafwaarts van de HT-shifts gelegen LT-shift is opgenomen waarbij de brandstofprocessor verder is
30 voorzien van een inlaat voor het, in gebruik, toevoegen van waterdamp aan het mengsel dat aan de LT-shift wordt toegevoerd voor het koelen van het mengsel.

9. Brandstofprocessor volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de processor verder is voorzien van middelen
35 om de waterdamp via de inlaat in de vorm van stoom toe te voegen.



10. Brandstofprocessor volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de middelen een elektrische verwarmeenheid of een waterstofbrander omvatten.
11. Brandstofprocessor volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de inlaat vernevelingsmiddelen omvat voor het toevoegen van een waterdamp in vernevelde toestand.
12. Brandstofprocessor volgens een der conclusies 8-11, met het kenmerk, dat de LT-shift een kokervomige buitenwand en een een kokervormige binnenwand omvat die concentrisch ten opzichte van elkaar zijn gerangschikt waarbij, in gebruik, het mengsel dat de tussen de kokervormige binnenwand en de kokervormige buitenwand gevormde ruimte doorstroomt en waarbij de HT-shifts en de CPO in een door de kokervormige binnenwand omsloten ruimte zijn opgenomen.
13. Brandstofprocessor volgens conclusies 7 en 12, met het kenmerk, dat de kokervormige buitenwand van de warmtewisselaar samenvalt met de kokervormige binnenwand van de LT-shift.
14. Brandstofprocessor volgens een der voorgaande conclusies 8-13, met het kenmerk, de processor voorts is voorzien van een stroomafwaarts van de LT-shift in het gasstroomtraject gelegen Prox alsmede een inlaat voor het toevoegen van zuurstof aan het mengsel dat de LT-shift heeft verlaten en naar de Prox stroomt.
15. Brandstofprocessor volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, de processor verder is voorzien van een met water gevuld vat waaraan de gasvormige koolwaterstofverbinding en zuurstof worden toegevoerd om door het water te worden gevoerd voor het genereren van het genoemde mengsel dat aan de CPO wordt toegevoerd en middelen voor het regelen van de temperatuur van het water voor het instellen van de concentratie van de waterdamp in het mengsel dat aan de CPO wordt toegevoerd.
16. Brandstofprocessor volgens conclusie 14 en 15, met het kenmerk, dat de processor verder is voorzien van een warmtewisselaar voor het uitwisselen van warmte tussen het

mengsel dat de Prox heeft doorstroomd en het water dat zich in het vat bevindt zodat de temperatuur van het mengsel dat de waterstof omvattende gasstroom vormt daalt.

17. Brandstofprocessor volgens een der voorgaande
5 conclusies, met het kenmerk, dat de processor verder is voorzien van een brandstofcel voor het opwekken van elektrische energie uit het gevormde waterstof.

18. Brandstofprocessor volgens conclusies 9 en 17, met
10 het kenmerk, dat de genoemde middelen voor het vormen van stoom de brandstofcel omvatten.

19. Brandstof processor voor het produceren van
waterstof door katalytische verbranding van een mengsel dat
tenminste een gasvormige koolwaterstofverbinding, waterdamp
en zuurstof omvat, voorzien van een CPO waaraan het mengsel
15 wordt toegevoerd voor de katalytische verbranding, met het kenmerk, dat de processor verder is voorzien van een met water gevuld vat waaraan de gasvormige koolwaterstofverbinding en zuurstof worden toegevoerd om
20 door het water te worden gevoerd voor het genereren van het genoemde mengsel en middelen voor het regelen van de temperatuur van het water voor het instellen van de concentratie van de waterdamp in het mengsel.

20. Inrichting voor het uit een eerste en tweede
gasstroom genereren van tenminste een derde gasstroom die
25 een mengsel omvat van de eerste en tweede gasstroom, met het kenmerk, dat de inrichting is voorzien van een kamer die een ruimte omsluit waarin een ventilator is opgenomen waarbij de kamer is voorzien van een eerste en tweede toevoeropening die ten opzichte van elkaar verschoven zijn
30 aangebracht voor het, in gebruik, toevoeren van de eerste en tweede gasstroom aan respectievelijk de eerste en tweede toevoeropening welke eerste en tweede gasstroom door de ventilator wordt aangezogen en een eerste en tweede uitstroomopening waarbij de eerste instroomopening en de
35 eerste uitstroomopening althans nagenoeg in eenzelfde vlak zijn gerangschikt dat loodrecht is gericht op de door de

ventilator gegenereerde gasstroom in de kamer en waarbij de tweede instroomopening en de tweede uitstroomopening althans nagenoeg in eenzelfde vlak zijn gerangschikt dat loodrecht is gericht op de door de ventilator gegenereerde gasstroom in de kamer.

5 21. Inrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat de kamer een cilindervormige buitenwand omvat die een cilindervormige ruimte omsluit waarbij de ventilator is uitgevoerd als een schoepenrad waarvan een rotatie-as
10 samenvalt met een axiale as van de kamer waarbij de eerste en tweede instroomopening in axiale richting van de kamer ten opzichte van elkaar verschoven zijn aangebracht in de cilindervormige buitenwand van de kamer, de eerste instroomopening en de eerste uitstroomopening althans
15 nagenoeg in een zelfde vlak zijn gerangschikt dat loodrecht is gericht op de axiale as van de kamer en waarbij de tweede instroomopening en de tweede uitstroomopening althans nagenoeg in een zelfde vlak zijn gerangschikt dat loodrecht is gericht op de axiale as van de kamer.

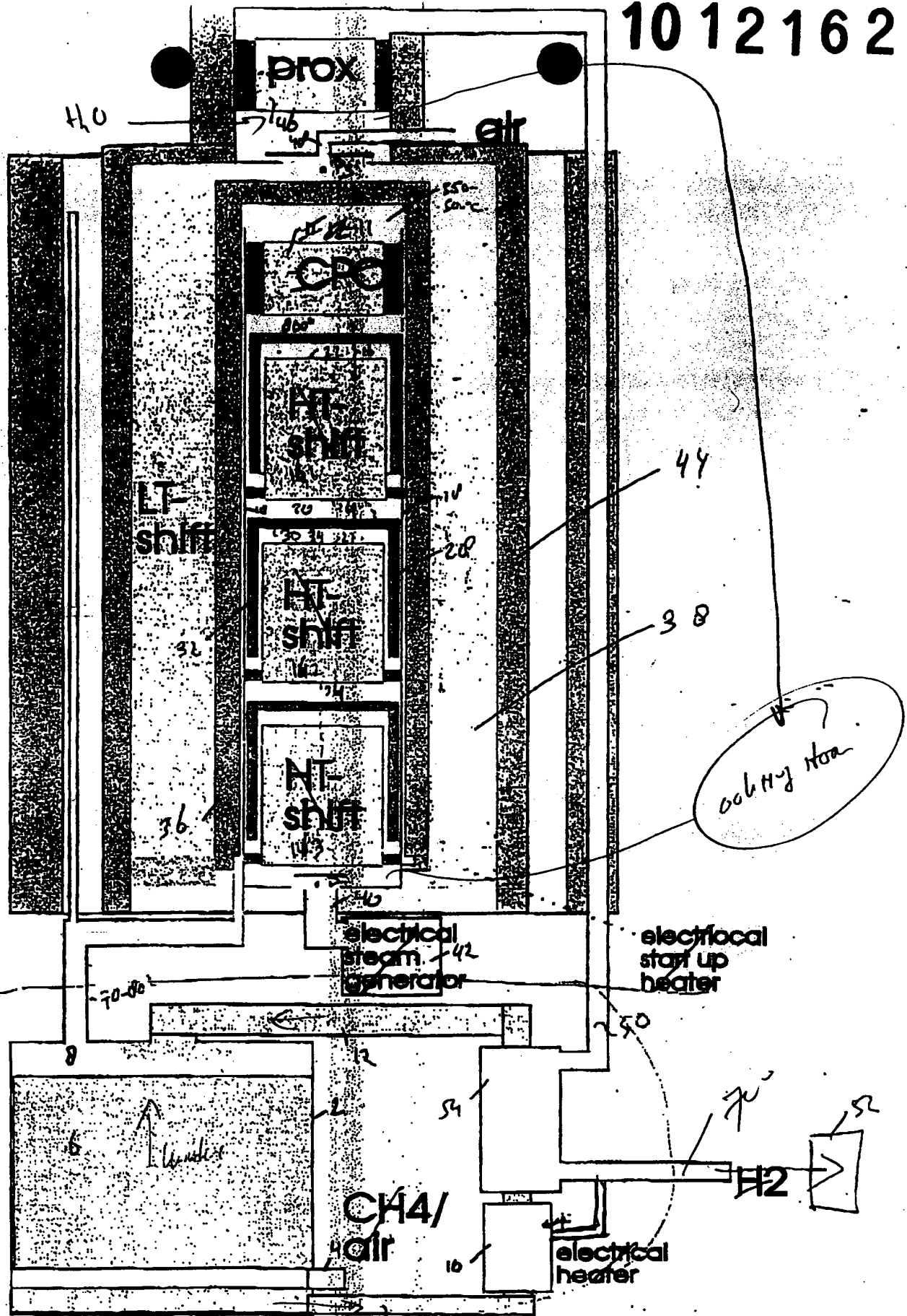
20 22. Inrichting volgens conclusie 20 of 21, met het kenmerk, dat de eerste uitstroomopening rechtstreeks uitmondt in een eerste uitlaat en dat de tweede uitstroomopening via een splitsing uitmondt in de eerste uitlaat en een tweede uitlaat waarbij in de eerste en/of
25 tweede uitlaat een regelbare klep is opgenomen voor het instellen van de verhouding van de hoeveelheid gas afkomstig van de eerste en tweede gasstroom in de derde gasstroom uit de eerste uitlaat waarbij door de tweede uitlaat een vierde gasstroom stroomt die een gedeelte van
30 de tweede gasstroom omvat.

23. Brandstofprocessor volgens een der voorgaande conclusies 14 of 16, met het kenmerk, dat de processor verder is voorzien van een inrichting volgens conclusie 22 waarbij de eerste gasstroom bestaat uit een mengsel van
35 lucht en een gasvormige koolwaterstofverbinding en de tweede gasstroom bestaat uit lucht, de derde gasstroom

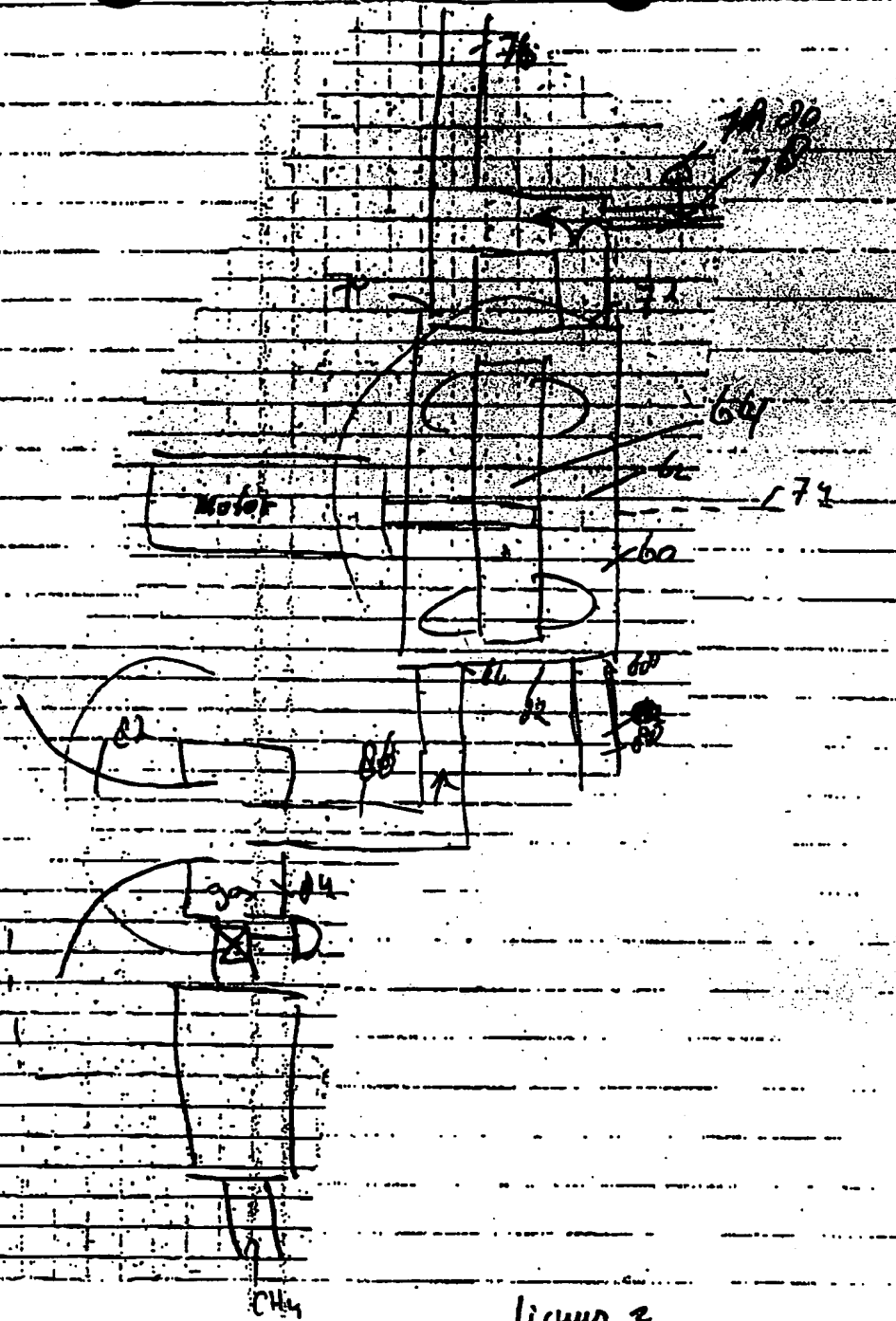
bestaat uit een mengsel van de eerste en tweede gasstroom en de vierde gasstroom bestaat uit een fractie van de tweede gasstroom en waarbij de derde gasstroom aan het gasstroomtraject wordt toegevoerd en de vierde gasstroom
5 aan het mengsel wordt toegevoegd dat aan de Prox wordt toegevoerd.

24. Brandstofprocessor volgens conclusie 23, met het kenmerk, dat, in gebruik, voor het in gelijke mate moduleren van de derde en vierde gasstroom de draaisnelheid
10 van de ventilator wordt gemoduleerd.

10 12 16 2

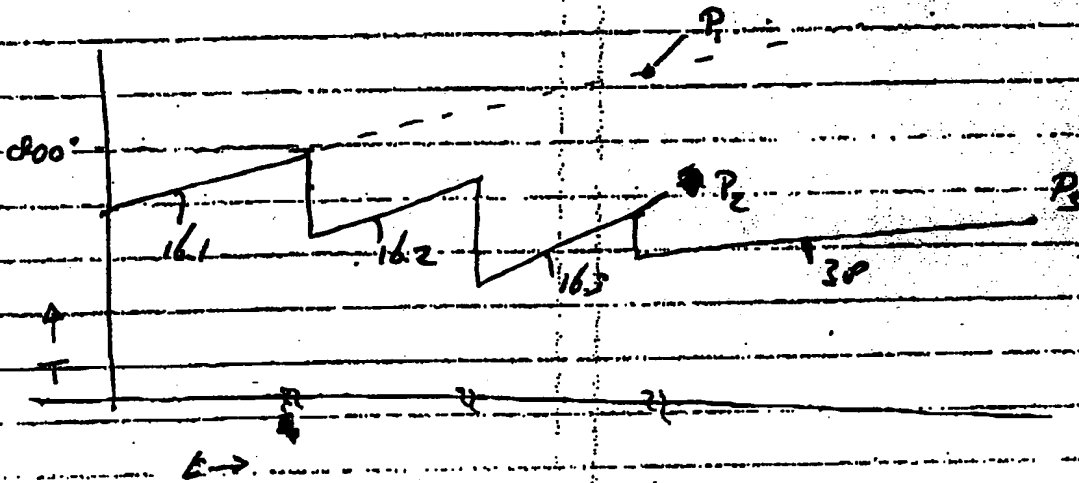


gta



CP 6

10 2162



1/yr. 3

gpc